

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-36916

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和64年(1989)2月7日

F 02 B 1/04
23/08
31/00B-6706-3G
Z-8511-3G
Z-7616-3G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 エンジンの燃焼制御装置

⑭ 特 願 昭62-193123

⑮ 出 願 昭62(1987)7月31日

⑯ 発 明 者 赤 木 裕 治 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

⑰ 出 願 人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号

⑱ 代 理 人 弁理士 青山 葆 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

エンジンの燃焼制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 燃焼室内にスワールを生成するスワール生成手段を設けたエンジンにおいて、

燃料の燃焼によって火炎中に生成される帯電粒子が燃焼室内壁面に接近するのを妨げる電磁力を生じさせる電磁場を燃焼室内壁面近傍に形成する電磁場形成手段を設けたことを特徴とするエンジンの燃焼制御装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明はスワール生成手段を設けて燃焼性の向上を図ったエンジンの燃焼制御装置に関するものである。

[従来技術]

一般に、混合気の空燃比(A/F)を理論空燃比(A/F=14.7)よりリーン側に設定して混合気を燃焼させる、いわゆるリーンバーンを行なえ

ば、エンジンの燃費性とエミッションが改善されるということはよく知られているが、反面かかるリーンバーンエンジンにおいては混合気の燃焼性が低下するという欠点がある。

一方、混合気の燃焼性を向上させる手法として吸気の層状化あるいはスワールの形成が知られており(例えば、スワール生成手段を設けたエンジンについては、特開昭60-101224号公報参照)、上記リーンバーンエンジンにおいても、かかる吸気の層状化と高レベルのスワールの生成とによって燃焼性の向上が図られるのが一般的である。

ところが、スワールの生成によって燃焼性の改善を図ったリーンバーンエンジンの燃費率について詳細な検討を行なったところによれば、例えば第5図に示すように、スワール比S.R.=2の高レベルのスワールを生成した場合は、混合気の可燃希薄限界空燃比、いわゆるリーンリミットがL₁で示すように、スワールを生成しない場合(S.R.=0)のリーンリミットL₀より大幅にリーン

側に設定されるので、リーンバーン時には燃費性とエミッションが向上するが、一方、空燃比(A/F)がリッチとなる領域では、スワールを生成した場合(S.R.=2)の方が、スワールを生成しない場合(S.R.=0)よりも燃費率beが高く(悪く)なるという結果が得られている。そして、実際の運転時にはエンジンは常にリーンバーン状態で運転される訳ではなく、例えば加速時や高負荷時には高出力を得るために空燃比(A/F)をリッチ域に設定する、いわゆるリッチバーンを行なうのが普通であり、したがって、リッチバーン時にはスワールの生成によって却って燃費性の低下が起こるという問題がある。さりとて、加速時、高負荷時等のリッチバーン時にスワールの生成を停止したのではノッキングを起こすなど不具合が生じるので、スワールの生成を停止する訳には行かないといった問題があった。

そこで、本出願人はリッチバーン時においてスワールの生成が燃費率を高める(燃費性を悪化させる)原因についてさらに詳細な検討を行ない、

温度境界層Bが、高レベルのスワールに乗った火炎によって破壊され、温度境界層Bの断熱効果が低下する。すなわち、温度境界層Bが燃焼室壁Cから剥離され、燃焼室壁Cが高温の燃焼ガスAと直接接触するようになり、燃焼ガスAから燃焼室壁Cへの極めて大きな熱流が生じ、その結果冷却損失が増大し、熱効率が低下し、燃費性が悪化する。

したがって、従来にない高熱効率のリーンバーンエンジンを提供するためには、リーンリミットをよりリーン側に形成するために、高スワール生成手段を使用した条件下でも破壊されない温度境界層の生成が必要不可欠であり、かかる技術が強く望まれている。

〔発明の目的〕

本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたものであって、リーンリミットをよりリーン側に形成する高スワール生成手段を設けたエンジンにおいて、燃焼室内壁近傍に形成される温度境界層の破壊を有効に防止して熱損失を低減し、空燃比の

かかる燃費性の悪化はスワールの生成による燃焼室壁への熱損失の増大に起因するという事実を周知するに至った。そして、そのメカニズムは以下の通りである。

すなわち、第6図に示すように、燃焼室内においては燃焼ガスAには燃焼室壁C近傍において温度境界層Bが形成され、この温度境界層Bは一種の消炎域、いわゆるクエンチングゾーンとなり、燃焼室壁Cの冷却作用により火炎が届かない領域となっている。この温度境界層B内では曲線Gで示すように非常に大きな温度勾配が生じており、すなわち、温度境界層Bは大きな伝熱抵抗を示し、燃焼室壁Cを燃焼ガスAの高温から保護する機能を有している。これによって、燃焼ガスAの温度が高温となっても(例えば2500℃)、アルミ製の燃焼室壁の熔融が生じないようにしている。そして、このような温度境界層Bの厚さδは通常は1mm以下の適当な値となっている。

ところが、燃焼室内に高レベルのスワールが生成された場合には、断熱層の役割を果たす上記

リーン域・リッチ域のいずれにおいても燃費性の向上が図れるエンジンの燃焼制御装置を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

本発明者等は、上記した温度境界層の破壊を惹起するメカニズムについて種々考察した結果、かかる破壊は、燃料の燃焼に伴って火炎中に正に帯電した中間生成物粒子が生成されるとともに、この粒子の移動する方向に火炎が力を受けるという事実に関与することを見出し、本発明を完成するに至ったものであって、本発明は燃焼室内にスワールを生成するスワール生成手段を設けたエンジンにおいて、燃焼室内壁近傍に、燃料の燃焼によって火炎中に生成される帯電粒子が燃焼室内壁面に接近するのを妨げる電磁力を生じさせる電磁場を形成することによって、温度境界層の破壊を防止するようにしたことを特徴とするものである。

〔発明の効果〕

本発明によれば、燃料の燃焼に伴って生じる帯電粒子がスワールに乗って火炎とともに、燃焼室

内壁面を構成するピストン頂面あるいはシリンダ内周面に接近したときには、上記帯電粒子はこれらの燃焼室内壁面近傍に電磁場形成手段によって形成された電磁場から、上記燃焼室内壁面に接近するのを妨げられるような電磁力、すなわち上記燃焼室内壁面から離反する方向成分を有する電磁力を受けるので、帯電粒子は上記燃焼室内壁面から離反する方向に移動させられる。このような帯電粒子の燃焼室内壁面から離反する方向への運動によって、火炎が帯電粒子の移動方向、すなわち燃焼室内壁面から離反する方向に押し戻されるので、燃焼室内壁面近傍に形成された温度境界層は破壊されず、したがって温度境界層の断熱効果が十分に発揮されるので冷損の増大が抑制され、空燃比のリッチ域・リーン域のいずれにおいても燃費性の向上を図ることができる。

[実施例]

以下本発明の第1実施例と第2実施例とを具体的に説明する。

<第1実施例>

8とで構成され、負電極16は高圧電源19の負極と電気的に接続されている。

また、アルミ製のピストン5は車体本体にアースされる一方、高圧電源19の正極も車体本体にアースされているので、ピストン5は結局高圧電源19の正極と電気的に接続されていることになる。

したがって、負電極16は負に帯電し、ピストン5は正に帯電しているので、ピストン5が上死点近傍に位置するときには、負電極16とピストン5との間に電場が形成されるようになっている。

このような構成において、高圧電源19による負電極16及びピストン5への電圧の印加→ピストン5の上死点への接近→負電極16とピストン5との間の空間における電場の形成→点火プラグ6による混合気の着火→火炎の伝播及び火炎のピストン頂面への接近→帯電粒子に対する電界(クーロン力)の作用・火炎のピストン頂面への接近の抑止→ピストン5の下降といった一連の行程が連続的に繰り返され、スワールに乗った火炎によ

第1図に示すように、エンジンEは、吸気弁1が開かれたときに、吸気ポート2を介して吸気通路3から吸気(混合気)を燃焼室4に吸入し、この吸気(混合気)をピストン5で圧縮して点火プラグ6で着火燃焼させ、排気弁7が開かれたときに燃焼ガスを排気ポート8を介して排気通路9に排出するような一連の行程が連続的に繰り返されるような基本構成となっている。

そして、吸気ポート2直前において吸気通路3には、燃焼室4内にスワールを生成するための補助吸気通路11が開口している。吸気通路3内に設けられた開閉弁を閉じることにより、この補助吸気通路11は所定の低負荷域では高速で吸気をシリンダ中心に対して偏心して燃焼室4に供給して、高レベルのスワールを生成するようになっている。

上記燃焼室4を画成するシリンダブロック13とシリンダヘッド14との接合部には電極ガasket 15が介設されている。この電極ガasket 15は負電極16と2つの絶縁シール部材17、1

る温度境界層の破壊が防止されるようになっている。なお、回路中に電流が流れるのは非常に短時間であるため、消費電力は少なく、数ワット程度である。

以下、第2図を参照しつつ、温度境界層が保護されるメカニズムについて説明する。

第2図に示すように、ピストン5が上死点近傍に位置するときには、ピストン5側が+となり負電極16側が-となるような、曲線群Wで示すような電場ないし等電位線が形成される。そして、火炎が強いスワールに乗ってピストン5の頂面に向かって乱れを増しながら近づく。

このとき、火炎中に多数存在する+に帯電した中間生成物(炭化水素)の帯電粒子25と電子26とは、夫々 F_1 、 F_2 で示すような、上記等電位線に垂直な方向のクーロン力を受ける。これらのうち、火炎の運動量を実質的に支配するのは質量が格段に大きい帯電粒子25であり、このため、火炎そのものが帯電粒子25に作用するクーロン力を受けることになる。この帯電粒子によって火炎

に加えられる力は鉛直方向上向きには $F_1 \cos \theta$ の大きさをもっており、したがって、火炎のピストン5の頂面に向かう運動量を弱める作用を及ぼす。従って、強いスワールに乗った火炎であっても、かかる作用によりピストン5頂面に近接できなくなり、よってピストン5頂面上の温度境界層は保護される。

具体的に電場の仕様を決定する際には、第2図中の x, r で示すように座標を設定し、

m …帯電粒子の平均質量、

q …帯電粒子の電荷

E …電場の強さ(TDC付近では $\partial E(t, r)$

$\partial t = 0$ とみなす)

V_c …帯電粒子の鉛直下向きの速度

t_c … $V_c = 0$ となる時間(帯電粒子が $x = 0$ を通過する時間を $t = 0$ とする)

とすると、

$$v(t, r) = V_c - \frac{q \cdot E(r)}{m} \int_0^t \cos(\theta(t, r)) dt$$

と表わされるので

める必要があるので、高圧電源19の極性を逆にして、電極16を正電極にするのが好ましい。このようにすれば、火炎の到達に伴って帯電粒子がピストン5頂面に向かって加速されるので、断熱効果を有する温度境界層を縮小することができ、伝熱が促進されてエンジンの暖機時間を短縮することができる。

また、低速・高負荷域では、とくに高圧電源19の電圧を高めるのが好ましい。このようにすれば、ノッキング発生時の気柱振動による温度境界層の燃焼室内壁面からの完全剥離を防止することができる。

<第2実施例>

以下、本発明の第2実施例を説明するが、第1図に示す第1実施例の説明との重複を避けるために、第1実施例と同様の部材には第1図中の対応する部材と同一の番号を付し、その説明を省略し、第1実施例と異なる点についてのみ説明する。

第3図に示すように、第2実施例では燃焼室4壁面近傍に磁場を形成して、この磁場によって帯

$$x(t_c, r) = \int_0^{t_c} \left[V_c - \frac{q \cdot E(r)}{m} \int_0^t \cos(\theta(t, r)) dt \right] dt$$

となる。ここで、 $x(t_c, r)$ は、半径方向の位置 r において帯電粒子が鉛直下向きの速度が0となる x 座標を表わす。

したがって、温度境界層への火炎到達を阻止するためには、上死点における負電極16とピストン5頂点との距離 L_c を、

$$L_c > x(t_c, r)$$

とすれば十分である。よって、このような条件を満たすように電場を形成すれば良いので、例えば、ボア径80mmのエンジンにおいて、中速・中負荷域では

$$r = 30(\text{mm}) \text{ において } E = 5(\text{KV/cm})$$

程度の電場を形成すると、ピストン頂面の約50%の温度境界層が保護されるものと評価される。

以上、第1実施例においては温度境界層が有効に保持され、冷損の増大を抑制できるので燃費性の向上が図れる。

なお、冷間時には急速に燃焼室壁面の温度を高

電粒子を燃焼室4壁面から離反する方向に移動させ、第1実施例と同様の効果が得られるようにしている。

そして、点火プラグ6には、中心電極31と中心絶縁体32と側方電極33とで構成される火花発生させる火花部まわりにおいて、非磁性かつ非電気伝導物質で形成されたシールド部材34を介して磁極部材35が配設され、この磁極部材35を磁化するために電磁コイル36が設けられている。

このような構成において、直流電源19によって電磁コイル36が通電され、この電磁コイル36によって発生する磁束によって燃焼室4内に露出する磁極部材35が磁化され、この磁極部材35によって燃焼室4内に磁束が発生する。なお、磁極部材35と中心電極31ないし側方電極33との間には、例えばセラミックのような非磁性非電気伝導性物質で形成されたシールド部材34が介設されているので、磁極部材35は両電極31、33のスパークの形成に何ら悪影響を及ぼさない。

ところで、シリングヘッド14とピストン5とはともに非磁性体であるアルミニウム合金で作られており、一方、吸気弁1と排気弁7とはともに強磁性体の鉄系材料で作られているので、着火燃焼時に火炎伝播が行なわれる上死点位置近傍では、燃焼室4内に形成された磁束は磁極部材35と吸気弁1ないし排気弁7との間で、アルミニウム合金の燃焼室壁面に沿った形状となる(第4図参照)。このとき、燃焼室4内に形成される磁束ないし磁場を瞬時に強めるために、点火直前に電磁コイル36に通電するのが好ましい。

このようにして、第2実施例においても、第1実施例と同様に温度境界層が有効に保持され、熱損失が低減されるようになっているが、以下、第4図を参照しつつそのメカニズムについて説明する。

第4図に示すように、燃焼室4内に高レベルのスワールが生成された場合の火炎の動きは実質的に2種類に分けられ、その1つは混合気全体の乱れに伴って生じる点火プラグ6からピストン5の

質的に帯電粒子25のみの運動によって、燃焼室5内壁面から離反する方向の力を受ける。このため、火炎全体が燃焼室5内壁面に接近しなくなるので、燃焼室5内壁面近傍に形成された温度境界層が有効に保持される。

なお、このとき生じるローレンツ力 F は、

$$F = qv \times H \quad q \cdots \text{電荷} \quad v \cdots \text{帯電粒子速度} \\ H \cdots \text{磁界}$$

で表わされ、上記 v はスワールが強い程大きくなるので、スワールが強い程ローレンツ力 F は大きくなり温度境界層の保護が図れるという利点がある。

このようにして、第2実施例においても有効に温度境界層の保護が図られ、燃費性の向上が図られる。

なお、第2実施例においても、冷間時には電磁コイル36内の電流の向きを逆転させることによって、第1実施例と同様に温度境界層を縮小して、エンジンの暖機時間を短縮するのが好ましい。

また、低速・高負荷域では電磁コイル36内の

頂面に向かう動きであり(第3図参照)、もう1つは円周方向に流動するスワールに乗った円周方向の動きである。これらの2種類の火炎の動きの中で、円周方向の火炎の動きが遠心力の作用と相まって燃焼室4内壁面の温度境界層を破壊するので、この円周方向の動きをもつ火炎を燃焼室4内壁面に接触させないようにする必要がある。

ところで、燃焼室4内にはその内壁面に沿って H で示すような磁束(磁界)が形成されている。一方、火炎中に多数存在する正に帯電した帯電粒子25と電子26とは火炎の動きに伴って、 v で示すように円周方向に動いている。このとき、磁界 H の走る方向と帯電粒子25及び電子26の運動方向とは直交するので、帯電粒子25と電子26とには、夫々、 F 、 F_e で示すようなローレンツ力が働き、このローレンツ力によって、帯電粒子25は燃焼室4の中心方向に向かって引き寄せられ、一方電子26は燃焼室4内壁面に向かって引き寄せられる。このとき、帯電粒子25の質量は電子26の質量より格段に大きいので、火炎は実

電流を大きくして、第1実施例と同様にノッキング発生時の温度境界層の完全剥離を防止するのが好ましい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例を示すエンジンの立面断面説明図である。

第2図は、第1図に示すエンジンの燃焼室内における帯電粒子と電子の運動状態を示す、燃焼室まわりの立面断面説明図である。

第3図は本発明の第2実施例を示すエンジンの立面断面説明図である。

第4図は、第3図に示すエンジンの燃焼室内における帯電粒子と電子の運動状態を示す、燃焼室まわりの立面断面説明図である。

第5図は、スワール比をパラメータとした、燃費率の空燃比(A/F)に対する特性を示す図である。

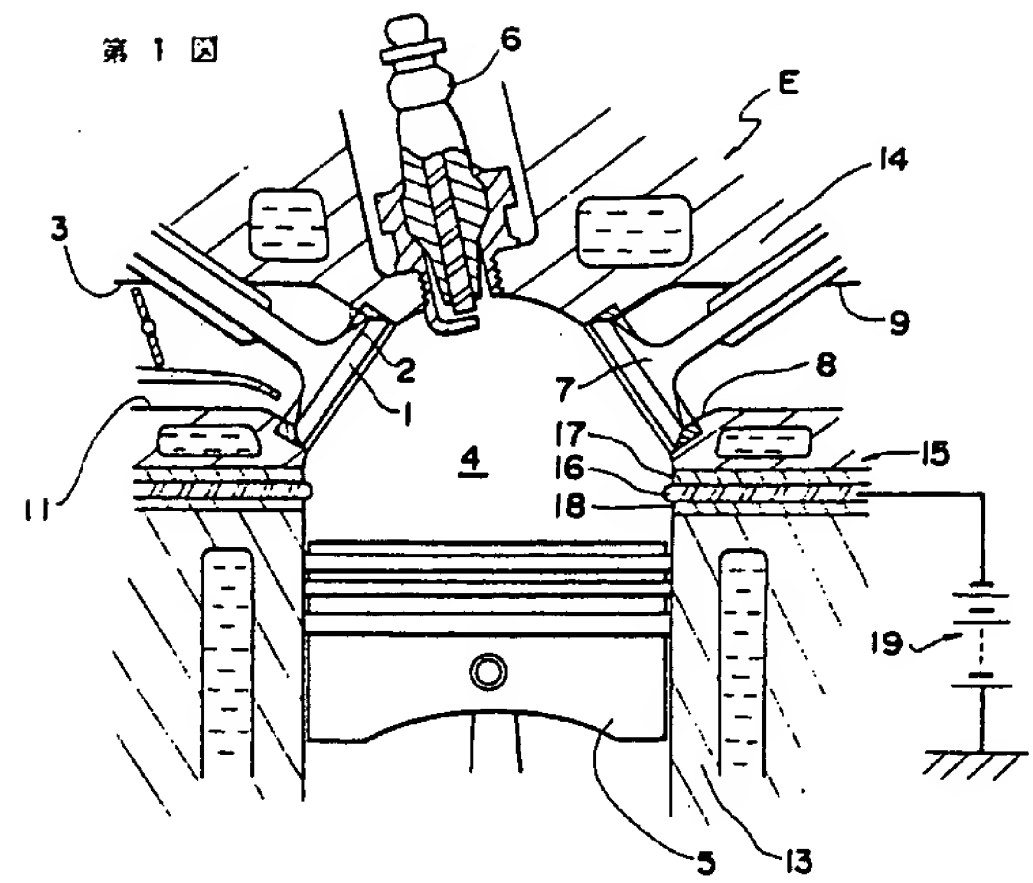
第6図は、燃焼室壁面近傍に形成される温度境界層を示す説明図である。

E…エンジン、1…吸気弁、2…吸気ポート、

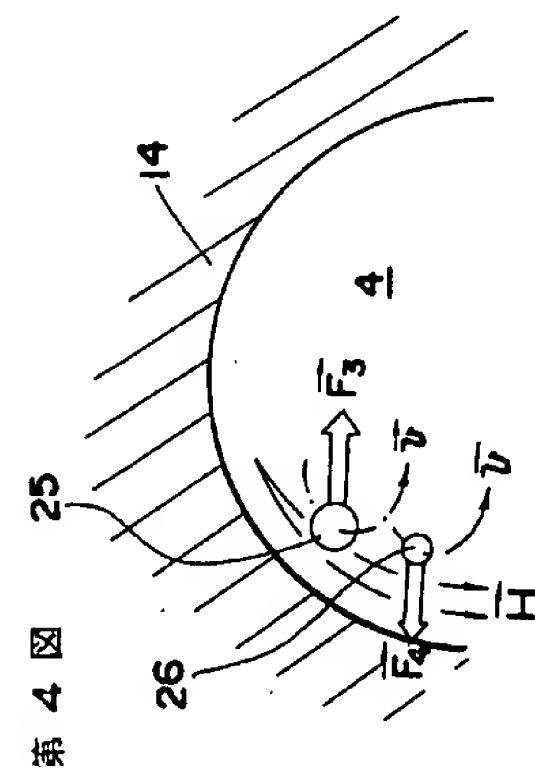
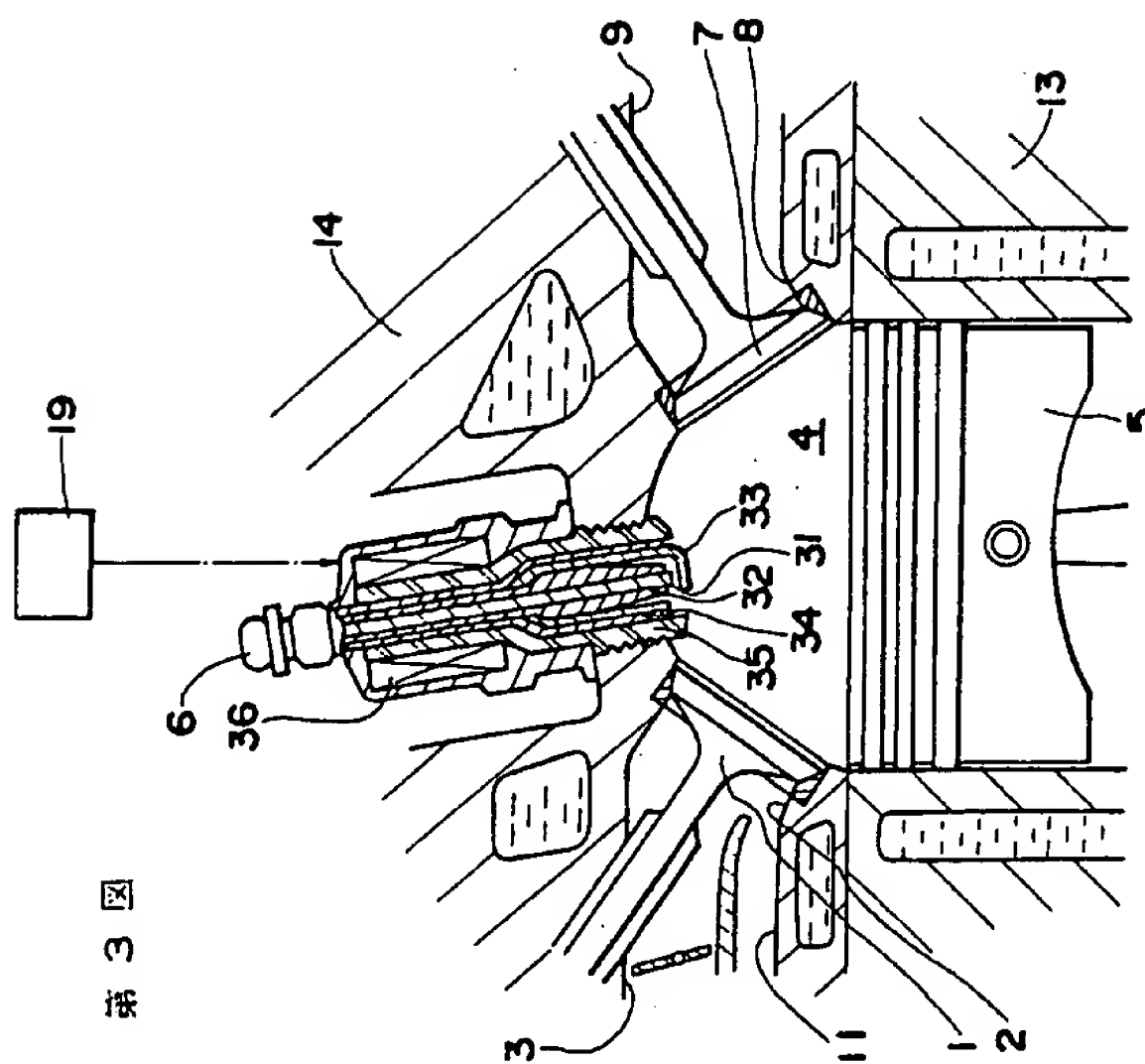
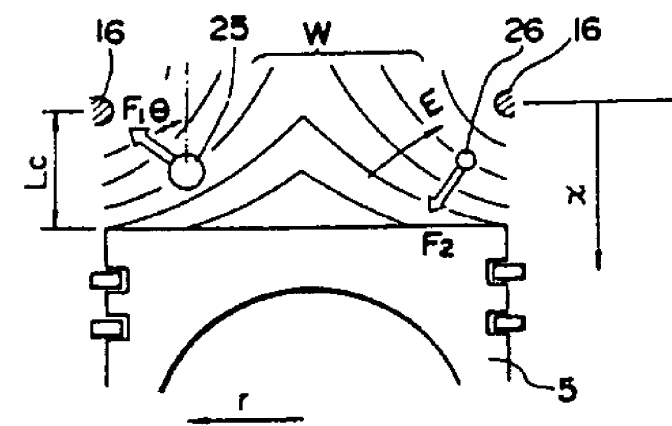
4…燃焼室、5…ピストン、6…点火プラグ、7…排気弁、11…補助吸気通路(スワール生成手段)、16…負電極、19…直流電源、25…帯電粒子、26…電子、35…磁極部材、36…電磁コイル。

特許出願人 マツダ株式会社

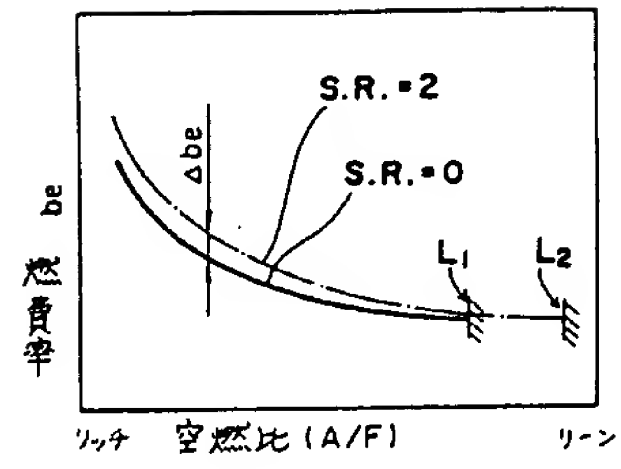
代理人 弁理士 青山 篠 ほか2名



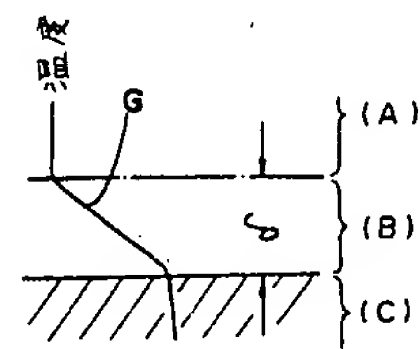
第2図



第 5 図



第 6 図



PAT-NO: JP401036916A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01036916 A

TITLE: COMBUSTION CONTROLLER FOR ENGINE

PUBN-DATE: February 7, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

AKAGI, YUJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MAZDA MOTOR CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62193123

APPL-DATE: July 31, 1987

INT-CL (IPC): F02B001/04, F02B023/08 , F02B031/00

US-CL-CURRENT: 123/306

ABSTRACT:

PURPOSE: To make charged particles to be generated in a flame by fuel combustion preventable from coming nearer to a wall surface in a combustion chamber by forming an electromagnetic field in and around the inner wall of the combustion chamber.

CONSTITUTION: An engine E is provided with an auxiliary air passage 11 for generating a swirl in a combustion chamber 4. Here a negative electrode 16 is charged to the negative side by a high-tension power source 19, and since a piston 5 is charged to the positive side, an

electromagnetic field is formed between the negative electrode 16 and the piston 5 when this piston 5 is situated an and around a top dead point. Consequently, an air-fuel mixture is ignited by a spark plug 6 and an electric field acts on charged particles to be generated in a flame whereby these particles are moved in a direction separating from the piston 5, so that access of the flame to a top face of the piston 5 is checked. With this constitution, any breakdown in a thermal boundary layer is prevented by the flame riding on the swirl. Accordingly, an adiabatic effect of this thermal boundary layer is well shown and an increase of cold loss is restrained, thus improvement in fuel consumability is well promotable even at either of a rich or lean area of an air-fuel ratio.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio